Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

Brétigny sur Orge, le 25 septembre 2008

RAPPORT PUBLIC D'ENQUÊTE TECHNIQUE

BEAD-air-T-2008-007-I

Date de l'évènement	**13 mai 2008**
Lieu	**Aéroport de Rennes Saint Jacques (Ille et Vilaine - 35)**
Type d'appareil	**EADS Socata TBM 700**
Immatriculation	**N° 70 F-MABX**
Organisme	**Aviation légère de l'armée de terre**
Unité	**Escadrille avions de l'armée de terre**

AVERTISSEMENT

COMPOSITION DU RAPPORT

Les faits, utiles à la compréhension de l'évènement, sont exposés dans le premier chapitre du rapport. L'analyse des causes possibles de l'évènement fait l'objet du deuxième chapitre. Le troisième chapitre tire les conclusions de cette analyse et présente les causes certaines ou possibles. Enfin, dans le dernier chapitre, des propositions en matière de prévention sont présentées.

UTILISATION DU RAPPORT

L'objectif du rapport d'enquête technique est d'identifier les causes de l'évènement et de formuler des recommandations de sécurité. En conséquence, l'utilisation exclusive de la deuxième partie de ce rapport et des suivantes à d'autres fins que celle de la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

CREDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

Page 1 (couverture) : ©SIRPA Terre.

Page 17, 18, 19, 20, 25 : BEAD-air.

TABLE DES MATIERES

Avertissement 2

Table des matières 3

Glossaire 5

Table des illustrations 6

Synopsis 7

1 Renseignements de base 9

1.1 Déroulement du vol 9
1.1.1 Mission 9
1.1.2 Déroulement 9
1.1.2.1 Préparation du vol 9
1.1.2.2 Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'évènement 9
1.1.2.3 Reconstitution de la partie significative de la trajectoire du vol 10
1.1.3 Localisation 11
1.2 Tués et blessés 12
1.3 Dommages à l'aéronef 12
1.4 Autres dommages 12
1.5 Renseignements sur le personnel 12
1.5.1 Membres d'équipage de conduite 12
1.5.1.1 Moniteur 12
1.5.1.2 Pilote en fonction 14
1.5.2 Mécanicien 15
1.6 Renseignements sur l'aéronef 15
1.6.1 Maintenance 15
1.6.2 Masse et centrage 15
1.6.3 Carburant 16
1.7 Conditions météorologiques 16
1.7.1 Prévisions 16
1.7.2 Observations 16
1.8 Télécommunications 16
1.9 Renseignements sur l'aérodrome 16
1.10 Enregistreurs de bord 17
1.11 Renseignements sur l'épave et sur l'impact 17
1.11.1 Examen de la zone 17
1.11.2 Examen de l'épave 19
1.11.3 Examen du poste de pilotage 20
1.12 Incendie 21
1.13 Survie des occupants 21
1.13.1 Abandon de bord 21
1.13.2 Organisation des secours 21
1.14 Essais et recherches 21
1.15 Renseignements sur les organismes : *Cellule instruction de l'EAAT* 22
1.16 Techniques spécifiques d'enquête 22

2 Analyse 23

2.1 Causes techniques et environnementales 23
2.1.1 Dysfonctionnement de sortie du train d'atterrissage 23
2.1.2 Dysfonctionnement de l'avertisseur sonore de train d'atterrissage 23
2.1.3 Conditions météorologiques 24
2.1.4 Contrôle aérien et configuration du terrain 24
2.1.5 Défaut d'ergonomie du poste de pilotage du TBM 700 25
2.2 Causes liées au facteur humain 25
2.2.1 Séquence d'évènements 25

2.2.2 Facteurs affectant les performances des membres d'équipage 28
2.2.2.1 Fatigue latente de l'équipage 28
2.2.2.2 Gestion des priorités en phase d'approche 29
2.2.2.3 Absence de contrôles mutuels 29
2.2.2.4 Mobilisation des ressources attentionnelles 30
2.2.2.5 Expérience passée du PF sur PUMA 32
2.2.3 Facteurs affectant le travail en équipage 32
2.2.3.1 Constitution de l'équipage 32
2.2.3.2 Echec dans la récupération de l'erreur 33
2.2.3.3 Analyse de la synergie d'équipage 34
2.2.4 Absence de mécanismes de détection de l'erreur 35

3 Conclusion 37
3.1 Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement 37
3.2 Causes de l'évènement 37

4 Recommandations de sécurité 39
4.1 Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement 40
4.2 Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'évènement 41

Annexes 42

1 Extrait des check-lists normales 43

2 Extrait de la check-list secours 44

GLOSSAIRE

BEAD-air	Bureau enquêtes accidents défense air
CDB	Commandant de bord
CEIPAM	Centre d'entraînement, d'instruction, de préparation et d'analyse de mission
COMALAT	Commandement de l'aviation légère de l'armée de terre
EAAT	Escadrille avions de l'armée de terre
IFR	*Instruments flight rules* Règles de vol aux instruments
Kt	*Knot* Nœud (1 kt ≈ 1,852 km/h)
PF	Pilote en fonction
PNF	Pilote non en fonction
TNS	Train non sorti

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Photographies

Impact des pales de l'hélice sur la piste page 18

Trajectoire de glissade de l'appareil page 18

Enlèvement de l'épave page 19

Dégradation de la structure inférieure de la cellule page 20

Vue de la cabine de pilotage page 20

Emplacements de la commande de train page 25

Figures

Tour de piste en pistes 10 et 28 à Rennes Saint-Jacques page 17

SYNOPSIS

- Date de l'évènement : mardi 13 mai 2008 à 15h05[1].
- Lieu de l'évènement : aéroport de Rennes Saint-Jacques.
- Organisme : Armée de terre.
- Commandement organique : Commandement de l'aviation légère de l'armée de terre (COMALAT).
- Unité : Escadrille avions de l'armée de terre (EAAT).
- Aéronef : TBM 700.
- Nature du vol : vol d'instruction.
- Nombre de personnes à bord : 03.

Résumé de l'évènement selon les premiers éléments recueillis

Au cours d'un vol d'instruction, lors d'un exercice de panne « volets », le TBM 700 se pose train non sorti sur la piste de l'aéroport de Rennes Saint-Jacques. L'équipage est indemne et l'aéronef est endommagé.

[1] Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heures locales.

Composition du groupe d'enquête technique

- Un enquêteur technique du Bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air), nommé directeur d'enquête technique (DET).
- Un enquêteur de première information (EPI).
- Un officier pilote ayant une expertise sur type d'avion.
- Un officier mécanicien ayant une expertise sur type d'avion.
- Un médecin du personnel navigant.

Autres experts consultés

- EADS-SOCATA.
- Institut de médecine aérospatiale du service de santé des armées (IMASSA).

Déclenchement de l'enquête technique

Le BEAD-air est informé de l'évènement par le COMALAT le mardi 13 mai 2008 à 15h35. Le directeur du BEAD-air désigne un directeur d'enquête technique. L'équipe d'enquête arrive sur le lieu de l'incident le mercredi 14 mai 2008 matin.

Enquête judiciaire

Cet évènement ne fait pas l'objet d'une procédure judiciaire.

1 RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Mission

Indicatif mission	FMY 8045
Type de vol	CAG[2]
Type de mission	Vol d'instruction
Dernier point de départ	Rennes Saint-Jacques
Heure de départ	14h05
Point d'atterrissage prévu	Rennes Saint-Jacques

1.1.2 Déroulement

1.1.2.1 Préparation du vol

Le vol s'intègre dans le programme de reconduction annuelle des qualifications aéronautiques et sur l'entraînement aux procédures d'urgences. Ce programme consiste en une période bloquée de deux jours au cours desquelles les pilotes révisent l'ensemble des procédures d'urgence (théorie et pratique) avec un moniteur et réalisent les tests annuels civils et militaires.

Une révision théorique de l'ensemble des procédures d'urgences a eu lieu en fin de matinée. Au cours du briefing avant vol, le moniteur a exposé les objectifs attendus lors des douze exercices prévus pour le vol dédié à l'entraînement aux procédures d'urgences.

1.1.2.2 Description du vol et des éléments qui ont conduit à l'évènement

Le TBM 700 décolle à 14h05 de l'aéroport de Rennes Saint-Jacques pour le vol « procédures d'urgence » en vol local. L'équipage est composé d'un moniteur commandant de bord en place droite, d'un pilote en fonction (PF) en place gauche et d'un

[2] CAG : circulation aérienne générale.

passager (vigie[3]) en place arrière. L'équipage effectue tout d'abord un décollage en appliquant la procédure LVTO[4], suivi d'une descente d'urgence prévue en cas de dépressurisation. Le troisième exercice consiste ensuite en une panne par encadrement et, au tour de piste suivant, l'équipage simule une panne de train avant d'effectuer une remise de gaz pour un exercice de panne FCU[5].

Vers 15 heures, après avoir effectué cinq exercices avec quatre posés-décollés, l'équipage débute un exercice de panne de volets en vent arrière. Quelques minutes plus tard, le TBM 700 se pose sur la piste train non sorti.

Après avoir glissé sur 450 mètres environ, l'appareil s'immobilise sur la piste. L'équipage évacue l'aéronef par ses propres moyens. Le TBM 700 est ensuite sécurisé par les pompiers de l'aéroport. Les trois membres d'équipage sont indemnes.

1.1.2.3 Reconstitution de la partie significative de la trajectoire du vol

Avant le cinquième posé-décollé, au cours de la branche vent arrière, le PF demande les volets vers la position TO (*Take Off*). Le moniteur lui annonce alors une panne des volets. Le PF rallonge légèrement la branche vent arrière afin de traiter la panne de volets. Dès lors, conformément à l'objectif fixé pour cet exercice lors du briefing avant vol, l'accent est mis sur la tenue du plan d'approche[6] dans le but de toucher la piste aux marques IFR[7], diminuant ainsi la distance d'atterrissage. Le PF se focalise sur la trajectoire et la vitesse de l'avion. Le moniteur insiste sur la tenue du plan tout au long de l'approche.

Selon le témoignage des deux membres d'équipage, leur attention est focalisée, pendant la finale piste 10, sur la tenue du plan de descente. En début de finale, les « Actions AVANT ATTERRISSAGE » ne sont pas effectuées par le PF, et la check-list « AVANT ATTERRISSAGE », non demandée par le PF, n'est pas lue par le PNF (pilote non en fonction).

[3] Vigie : membre d'équipage détenteur d'une qualification du domaine aéromobilité ou de la maintenance aéromobilité et habilité pour apporter une contribution à la surveillance du ciel en vol aux instruments et dans certains vols de nuit.
[4] LVTO : *low visibility take off* - décollage sous faible visibilité.
[5] FCU : *flow control unit* - régulateur de débit.
[6] Pour maintenir le plan d'approche, le PAPI est utilisé.
[7] IFR : *instrument flight rules* - règles de vol aux instruments.

L'avion se présente donc en courte finale à environ 100 kt volets en position « UP[8] », train non sorti. Au moment de l'arrondi, le PF jette un coup d'œil rapide sur les voyants « trois vertes » qui, si ils sont allumés, confirment le positionnement du train sorti verrouillé. Il voit alors le tableau éteint et fait aussitôt une nouvelle vérification.

Immédiatement, il comprend que le train n'est pas sorti et entreprend une action au manche pour stopper la descente et commence progressivement une application de puissance tout en annonçant « TRAIN ! ». A cet instant, le moniteur interprète les actions sur le manche et sur la manette de puissance comme une modification de la trajectoire d'approche. Le moniteur réduit alors la puissance tout en annonçant que le plan était bon et qu'il n'y avait pas besoin d'effectuer de correction.

Quelques secondes après, l'avion touche le sol et le moniteur réalise alors que le train n'est pas sorti. Immédiatement, il déclenche l'alerte sécurité avant de procéder à la séquence d'arrêt d'urgence (coupure carburant et barre de crash). En parallèle, le PF ferme l'arrivée des réservoirs.

Après avoir glissé sur 448 mètres, l'appareil s'immobilise sur la piste et l'équipage, indemne, évacue.

1.1.3 Localisation

- Lieu : aéroport de Rennes Saint-Jacques ;
  - ⇒ pays : France ;
  - ⇒ département : Ille-et-Vilaine ;
  - ⇒ commune : Saint-Jacques aéroport ;
  - ⇒ coordonnées géographiques :
    - N 48° 04' 19'' ;
    - W 001° 43' 56''.
- Moment : jour.

[8] Volets en position « UP » = volets non sortis.

1.2 Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles			
Graves			
Aucune	2	1	

1.3 Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
			X	

1.4 Autres dommages

Environnement : débris sur 440 mètres de piste nécessitant un balayage par la partie technique de l'aérodrome.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Membres d'équipage de conduite

1.5.1.1 Moniteur

- Age : 35 ans.
- Unité d'affectation : EAAT ;

  ⇒ fonction dans l'unité : responsable de la cellule instruction.
- Formation : pilote d'hélicoptère et d'avion ;

  ⇒ qualification : IRI[9], CRI[10], CRE[11] (ces trois qualifications sont délivrées par la Direction générale de l'aviation civile (DGAC)) ;

[9] IRI : i*nstrument rating instructor* - instructeur de vol aux instruments.
[10] CRI : *class rating instructor* - instructeur de classe d'aéronef.
[11] CRE : *class rating examinator* - examinateur de classe d'aéronef.

⇒ école de spécialisation : service d'exploitation de la formation aéronautique (SEFA) à Muret. Année de sortie d'école : 2000.

⇒ école de spécialisation : FTO[12] Aviation Navale, antenne du centre d'entraînement, d'instruction, de préparation et d'analyse de mission (CEIPAM) de Lann-Bihoué. Année de sortie d'école : 2004.

- Moniteur CRM[13] à l'escadrille avions de l'armée de terre depuis 2005. Stage effectué à Mont-de-Marsan.
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont sur TBM 700	Sur tous types	Dont sur TBM 700	Sur tous types	Dont sur TBM 700
Total	3891	2277	137	137	33	33
Dont nuit	423	229	10	10	1h30	1h30
Dont VSV[14]	2030	1343	119	**119**	**28**	**28**

- Date du dernier vol comme pilote sur TBM 700 :
  - de jour : 07 mai 2008 ;
  - de nuit : 04 mai 2008.
- Carte de circulation aérienne :

⇒ type : carte verte[15] ;

⇒ date d'expiration : 04 septembre 2009.

[12] FTO : *flight training organization* : organisme de formation au vol. Il délivre les licences de pilote d'avion et des qualifications associées.
[13] CRM : *crew resources management* - gestion des ressources de l'équipage.
[14] VSV : vol sans visibilité.
[15] Qualifie les normes d'aptitude au pilotage aux instruments.

1.5.1.2 Pilote en fonction

- Age : 35 ans ;
- Unité d'affectation : EAAT ;
  - ⇒ fonction dans l'unité : adjoint au commandant d'unité ;
- Formation : pilote d'hélicoptère et d'avion ;
  - ⇒ qualification : pilote professionnel qualifié au vol aux instruments ;
  - ⇒ école de spécialisation : Ecole de pilotage Amaury de la Grange (EPAG) à Merville. Année de sortie d'école : 2007 ;
  - ⇒ école de spécialisation : EAAT ;
  - ⇒ qualification : pilote TBM 700. Année de sortie d'école : mai 2007.
- Heures de vol comme pilote :

	Total		Dans le semestre écoulé		Dans les 30 derniers jours	
	Sur tous types	Dont sur TBM 700	Sur tous types	Dont sur TBM 700	Sur tous types	Dont sur TBM 700
Total	2621	470	182	182	33	33
Dont nuit	322	58	29	29	1h36	1h36
Dont VSV	710	393	178	178	30	30

- Date du dernier vol comme pilote sur TBM 700 :
  - de jour : 06 mai 2008 ;
  - de nuit : 23 avril 2008.
- Carte de circulation aérienne :
  - ⇒ type : carte blanche[16] ;

[16] Qualifie les normes d'aptitude au pilotage aux instruments.

⇒ date d'expiration : 10 mai 2008.

1.5.2 Mécanicien

- Unité d'affectation : EAAT.

  ⇒ Fonction dans l'unité : mécanicien sol.

  ⇒ Fonction à bord : vigie.

La vigie n'intervient pas dans le déroulement de cet évènement.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

- Organisme : 16ème groupement d'artillerie (GA).
- Commandement organique d'appartenance : COMALAT.
- Base aérienne de stationnement : Rennes Saint-Jacques (35).
- Unité d'affectation : EAAT.
- Type d'aéronef : TBM 700.

  ⇒ Caractéristiques :

	Type - série	Numéro	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	TBM 700A	70	5281	VA[17] : 57,8	VP[18] : 57,8
Moteur	PT6A64	111097	3021	RG[19] : 3021	

1.6.1 Maintenance

L'examen de la documentation technique montre un entretien conforme aux programmes de maintenance en vigueur.

1.6.2 Masse et centrage

Au moment de l'évènement, la masse et le centrage étaient dans les normes.

[17] VA : visite annuelle.
[18] VP : visite périodique.
[19] RG : révision générale.

1.6.3 Carburant

- Type de carburant utilisé : TRO F34.
- Quantité de carburant au décollage : 719 litres.
- Quantité de carburant restant au moment de l'évènement : 515 litres.

1.7 Conditions météorologiques

1.7.1 Prévisions

Les relevés météorologiques de la station de Rennes Saint-Jacques donnent pour la journée du 13 mai 2008 à 15 heures :

- vent du secteur 140° pour 9 kt[20] ;
- visibilité supérieure à 10 km ;
- pas de pluie, pas de brume et pas de nuage bas ;
- température : 24°C.

1.7.2 Observations

Les informations météorologiques transmises par le contrôleur sur la fréquence de la tour de Rennes Saint-Jacques donnent au moment de l'évènement, un vent du secteur 110° pour 8 kt.

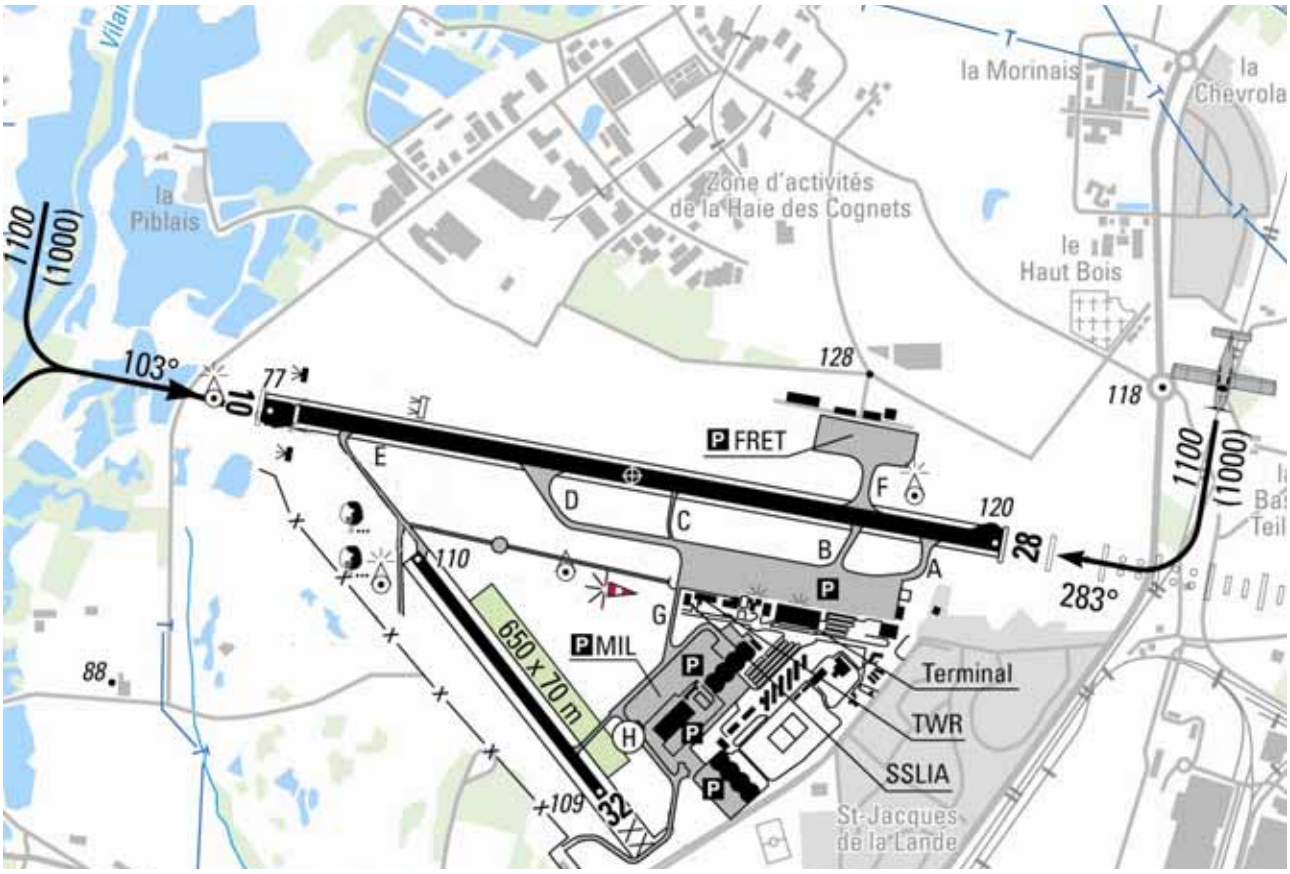
1.8 Télécommunications

Le commandant de bord (CDB) est en charge des contacts radio. Une copie des communications entre la tour de contrôle et les aéronefs dans la zone de Rennes Saint-Jacques a été transmise au BEAD-air.

1.9 Renseignements sur l'aérodrome

Rennes Saint-Jacques est une plateforme gérée par l'aviation civile (contrôle aérien et secours notamment). Au moment de l'évènement, la piste 10 est en service.

[20] Kt : k*not* - nœud (1 kt ≈ 1,852 km/h).



Tour de piste en pistes 10 et 28 à Rennes Saint-Jacques

1.10 Enregistreurs de bord

Le TBM 700 ne dispose d'aucun enregistreur de bord.

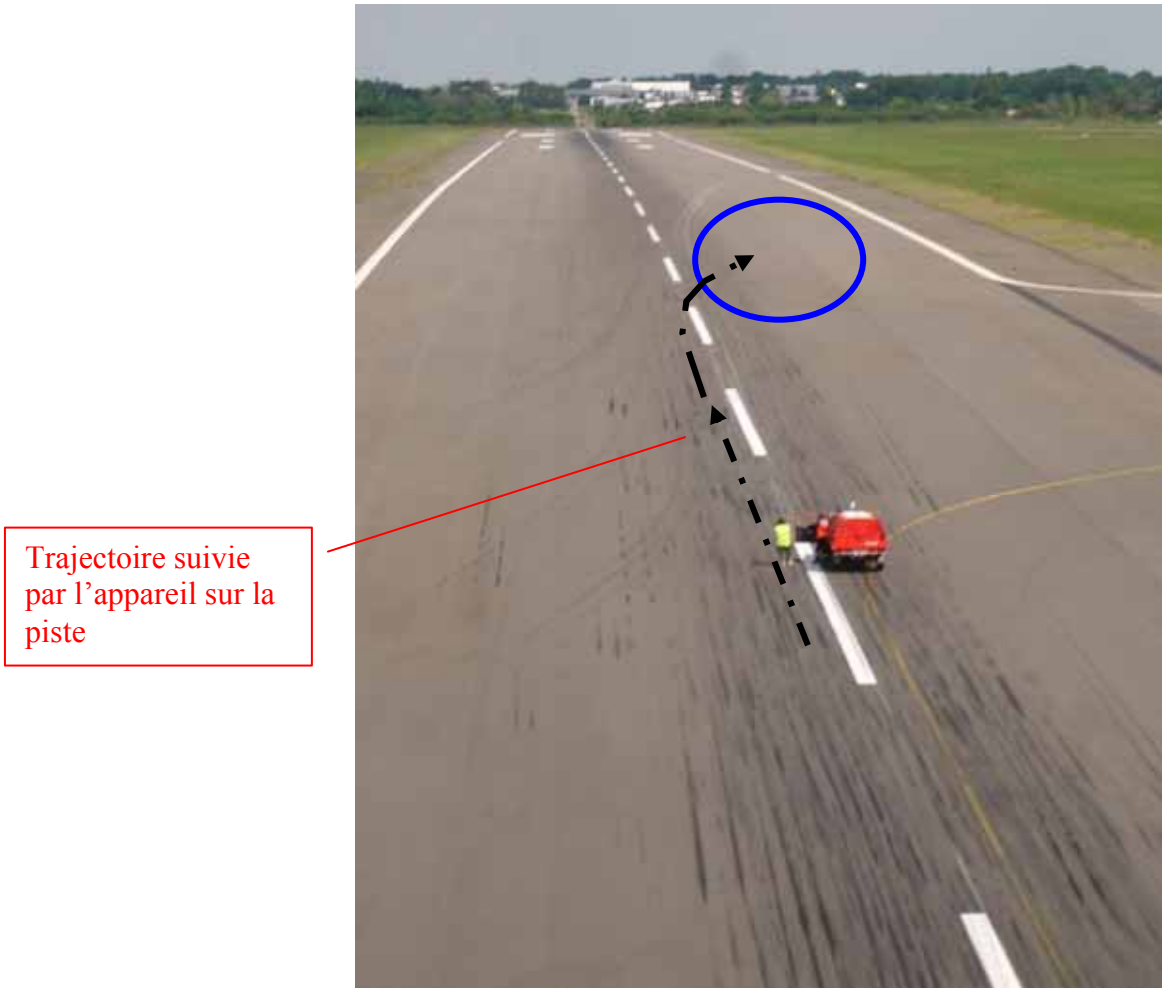
1.11 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

1.11.1 Examen de la zone

L'examen de la zone montre que l'hélice a été la première en contact avec la piste sur la bande blanche matérialisant l'axe de la piste.

Impact des pales de l'hélice sur la piste

L'aéronef a ensuite glissé sur environ 440 mètres pour s'arrêter au niveau de la bretelle C d'accès au parking aérodrome, tout en restant sur la partie goudronnée de la piste.



Trajectoire de glissade de l'appareil

Des morceaux de l'aéronef, principalement issues des antennes radio et de l'hélice jalonnent la trajectoire suivie par l'appareil.

1.11.2 Examen de l'épave

Afin de libérer la piste d'atterrissage de l'aérodrome, l'escadrille a fait procéder, après accord du directeur du BEAD-air, à l'enlèvement de l'épave par une société civile de manutention. Aucune dégradation supplémentaire n'a été enregistrée au cours de cette opération.

L'aéronef a été ensuite remisé sur vérins dans un hangar appartenant à l'EAAT en attendant l'arrivée du groupe d'enquête technique.

Enlèvement de l'épave

La glissade sur la piste a provoqué des endommagements au niveau de la structure inférieure de la cellule. La partie inférieure du fuselage est arasée, laissant apparaître les cadres de la structure. Les pales de l'hélice sont tordues.

Dégradation de la structure inférieure de la cellule

Les antennes radio et les drains ont été arrachés ou usinés au cours de la glissade.

En dehors des dégradations dues à la glissade de l'aéronef sur la piste, les premières constatations n'ont révélé aucune rupture ou défaillance mécanique.

1.11.3 Examen du poste de pilotage

La commande de train est sur « UP » et le phare de roulage est éteint.

Vue de la cabine de pilotage

1.12 Incendie

Néant.

1.13 Survie des occupants

1.13.1 Abandon de bord

L'équipage a quitté le bord de l'aéronef par ses propres moyens.

1.13.2 Organisation des secours

Les secours ont été demandés simultanément par le CDB de l'aéronef (par appel sur 120.5 MHz[21]) et par le contrôleur en poste à la tour de contrôle (Bouton d'alarme sur poste de travail).

Un exercice préfectoral qui s'était déroulé en juin 2007 et une proximité du site d'intervention (280 mètres) ont permis au service de sauvetage et de lutte contre l'incendie des aéronefs (SSLIA) d'arriver rapidement sur le lieu de l'évènement (demande de pénétration du SSLIA sur le taxiway 50 secondes après l'évènement).

1.14 Essais et recherches

- Une sortie train en mode normal a été effectuée en présence de l'équipe d'enquête technique du BEAD-air : aucune anomalie de fonctionnement n'a été constatée.
- Un contrôle du fonctionnement de l'alarme train non sorti (TNS) conformément au manuel d'entretien du constructeur a été exécuté et n'a révélé aucun dysfonctionnement.
- Un spécialiste de la société SOCATA a mené une inspection technique de l'aéronef.

[21] Mhz : mégahertz.

1.15 Renseignements sur les organismes : *Cellule instruction de l'EAAT*

Depuis 2005, la cellule instruction de l'EAAT est placée sous l'autorité d'un officier HTR[22]. Elle est partie intégrante du FTO aéronautique navale CEIPAM de Lorient. Son effectif théorique est de 3 moniteurs.

Au moment de l'évènement, seul un moniteur est présent à l'escadrille.

1.16 Techniques spécifiques d'enquête

Une demande de prestation du constructeur sous couvert de la SIMMAD[23] est initiée. Un compte rendu sera délivré au BEAD-air à l'issue.

[22] HTR : *head of training representative* - responsable pédagogique délégataire (n'appartenant pas à la cellule instruction). Il est garant de la conformité de l'instruction dispensée par l'unité au regard de la réglementation.
[23] SIMMAD : structure intégrée de maintien en condition opérationnelle des matériels aéronautiques de la défense.

2 ANALYSE

L'objectif de l'analyse est de déterminer les causes qui ont conduit l'équipage à se poser train non sorti.

Après avoir étudié les causes techniques et environnementales, l'analyse sera consacrée aux causes liées au domaine du facteur humain.

2.1 Causes techniques et environnementales

2.1.1 Dysfonctionnement de sortie du train d'atterrissage

La commande de train a été retrouvée en position *« up »* : l'équipage a déclaré avoir oublié de sortir le train d'atterrissage.

Une sortie train en mode normal a été effectuée en présence de l'équipe d'enquête du BEAD-air. Aucune anomalie de fonctionnement n'a été décelée.

L'hypothèse d'un dysfonctionnement de sortie du train d'atterrissage à l'origine de l'évènement est REJETÉE.

2.1.2 Dysfonctionnement de l'avertisseur sonore de train d'atterrissage

L'avertisseur sonore de train d'atterrissage, ou alarme TNS, est commandé par la manette de puissance et/ou les volets de courbure. Ainsi, il émet un signal sonore lorsque :

- la manette de puissance est en position réduite et que le train n'est pas sorti-verrouillé ;

ou

- les volets de courbure sont au-delà de la position « *take-off* » et que le train n'est pas sorti-verrouillé.

Au moment de l'évènement, l'appareil était dans une configuration d'atterrissage avec panne volets : la manette de puissance était légèrement au-delà de la position réduite et les volets n'étaient pas sortis. L'alarme ne pouvait donc pas fonctionner.

A l'issue de l'incident, l'alarme TNS a néanmoins été testée suivant la procédure spécifiée dans le manuel d'entretien du TBM 700. Ce contrôle a révélé un fonctionnement standard.

L'hypothèse selon laquelle un dysfonctionnement de l'avertisseur sonore de train d'atterrissage aurait pu contribuer à l'évènement est REJETÉE.

2.1.3 Conditions météorologiques

Au moment de l'évènement, la visibilité était supérieure à 10 km avec peu de nuages à 4300 ft[24]. Les informations météorologiques transmises par le contrôleur sur la fréquence de la tour de Rennes Saint-Jacques faisaient état d'un vent du secteur 110 ° pour 8 kt au moment de l'évènement. Par conséquent, l'appareil n'était pas soumis à une composante de vent de travers au moment de la finale et il n'y avait aucune rafale de vent. Les conditions aérologiques n'étaient pas de nature à perturber la finale du TBM 700.

Les conditions météorologiques n'ont pas contribué à l'évènement.

2.1.4 Contrôle aérien et configuration du terrain

Rennes Saint-Jacques est une plateforme gérée par l'aviation civile (contrôle aérien et secours notamment). Le contrôle aérien ne fait pas confirmer aux équipages que le train est sorti-verrouillé, comme le font les contrôleurs aériens militaires.

Une demande de confirmation de sortie du train par la tour de contrôle aurait probablement permis d'éviter cet évènement.

Les conditions météorologiques du jour de l'évènement ont imposé l'emploi de la piste 10. Le seuil de la piste 10 se trouve plus éloigné de la tour que celui de la piste 28, et l'altitude du seuil de piste est de 77 ft contre 124 ft au point de référence. L'observation de la configuration du train d'atterrissage du TBM 700 dans sa phase finale d'approche s'avère ainsi plus délicate en piste 10. Il est à noter que l'emploi de la piste 10 est peu fréquent à Rennes.

[24] Ft : f*eet* - pied (1 ft ≈ 0,30 mètre).

L'emploi de la piste 10 ne permettait pas au contrôleur d'avoir une vue optimale de l'appareil en finale et de détecter que le train d'atterrissage du TBM 700 n'était pas sorti.

2.1.5 Défaut d'ergonomie du poste de pilotage du TBM 700

L'expertise de l'équipage sur TBM 700 est certaine. Une méconnaissance de l'emplacement des commandes ne peut donc être envisagée. Par ailleurs, leur disposition et leurs différences physiques (couleur et forme) excluent toute cause d'ordre ergonomique.

Emplacements de la commande de train

L'hypothèse selon laquelle l'évènement est lié à une cause d'ordre ergonomique est REJETÉE.

2.2 Causes liées au facteur humain

2.2.1 Séquence d'évènements

La chronologie des actions et des annonces de chacun des membres de l'équipage est représentée sous la forme d'un tableau, présenté ci-dessous. Cette chronologie débute au moment où l'appareil se trouve en branche vent arrière, juste avant l'annonce de la panne volets par le moniteur.

Les actions ou annonces[25] barrées par un trait de couleur rouge indiquent qu'elles n'ont pas été effectuées (l'*Annexe 1 p 43* présente un extrait de la check-list normale).

[25] Les actions et annonces exposées dans le tableau sont les procédures prévues dans le manex du TBM 700 de l'armée de terre.

Phase de vol	PF		PNF (moniteur)	
	annonces	**actions**	***annonces***	**actions**
Vent arrière (110 kt)	*« Volets Take Off »*		*« Volets vers Take Off »*	Sortie des volets vers Take Off
			« Les volets ne sortent pas »	
			Le moniteur annonce la panne volets	
	Le PF interrompt ses actions et annonces afin de traiter la panne			
	« Check-list panne de volets »			Lecture de la check-list panne volets
	Le PF ne demande pas la check-list secours pour le traitement de la panne et réalise de mémoire les actions prévues		Le moniteur voit que le PF n'a pas sorti le train et s'attend à cette action ultérieurement	
	« distance d'atterrissage augmentée de 60 % et vitesse d'approche 100 Kt »	Vérification du breaker		
	Le PF s'attache à la réalisation de son exercice et se focalise sur sa trajectoire et sa vitesse.		Le moniteur vérifie les actions effectuées pour le traitement de la panne et rappelle les objectifs de l'exercice	
100 kt	*« Check-list Vent Arrière »**			Lecture de la Check-list Vent Arrière
			« Check-list Vent Arrière terminée »	
	Le PF se focalise sur son plan d'approche.		Le moniteur se focalise sur le plan d'approche.	
	« Train vers Down »	Sortie du train		Vérification de la sortie du train
			« Train Down, 3 vertes »	
Avant atterrissage (100 kt)	*« Check-list avant atterrissage »*			Lecture de la Check-list avant atterrissage
			« Check-list avant atterrissage terminée »	
	Le PF contrôle les voyants « 3 vertes » et réalise que le train n'est pas sorti.			
	« train ! »	Remise de gaz progressive	*« le plan d'approche est bon, pas besoin de correction »*	Réduction de puissance
	Le PF tente de stopper la descente		Le moniteur reprend les commandes pour poser l'appareil	
	Le PF laisse faire le moniteur aux commandes			
L'AVION TOUCHE LE SOL ET GLISSE SUR 448 METRES				
			Le moniteur réalise que le train n'est pas sorti et alerte les secours.	

* L'équipage ne se souvient pas si la check-list « dernier palier ou vent arrière » a été effectuée avant l'annonce de la panne.

Lorsque le moniteur annonce la panne de volets, l'équipage se focalise sur la réalisation de l'exercice et oublie, par erreur, les actions vitales avant atterrissage. Une première partie de l'analyse s'attache à analyser cette erreur en étudiant les facteurs qui ont pu affecter la performance de l'équipage et conduire ce dernier à oublier les actions vitales avant atterrissage.

A l'arrondi, le PF détecte l'erreur mais échoue lorsqu'il tente de la récupérer. Une deuxième partie de l'analyse portera sur la synergie de l'équipage, en particulier dans la période qui a suivi la détection de l'erreur par le PF.

Enfin, un dernier chapitre présentera une synthèse sur l'absence des mécanismes de détection de l'erreur.

2.2.2 Facteurs affectant les performances des membres d'équipage

Il existe différents types d'erreur. L'oubli des actions vitales avant atterrissage peut être qualifiée comme une ***erreur de routine***, qui se définit comme étant le résultat d'une action automatisée incorrecte, la plupart du temps par manque de contrôle. L'analyse qui va suivre s'attachera donc alors à évaluer différents facteurs susceptibles d'avoir contribué à la génération de cette erreur.

2.2.2.1 Fatigue latente de l'équipage

Le moniteur a effectué 137 heures de vol dans le semestre écoulé dont 33 heures dans le dernier mois.

Le PF en a effectué 182 dont 33 heures dans le dernier mois.

L'activité aérienne de l'équipage est dans les normes et, par ailleurs, le personnel avait bénéficié avant ce vol d'un long week-end de pentecôte.

L'hypothèse selon laquelle l'oubli des actions vitales avant atterrissage est lié à une fatigue latente de l'équipage est REJETÉE.

2.2.2.2 Gestion des priorités en phase d'approche

Une gestion des priorités inadaptée pour la tâche en cours peut conduire un équipage à oublier de reporter son attention sur le bon objet au bon moment.

Dès l'annonce de la panne volets par le moniteur, le pilote en fonction interrompt ses actions de pilotage standard et s'applique immédiatement à la réalisation de son exercice. L'équipage ne se souvient pas si la check-list « dernier palier ou vent arrière » avait été effectuée avant l'annonce de la panne.

Pour traiter la panne volets, le pilote en fonction ne demande pas la check-list secours. Il vérifie le disjoncteur, annonce une distance d'atterrissage augmentée et s'attache à la réalisation de l'exercice d'un point de vue pilotage, conformément aux attentes du moniteur.

Au début du traitement de la panne par le PF, le moniteur se rend compte que ce dernier ne sort pas le train immédiatement mais le moniteur s'attend à la sortie du train d'atterrissage un peu plus tard à l'issue de la branche vent arrière.

Tout au long de l'exercice, le moniteur rappelle l'objectif fixé pour cet exercice : la tenue du plan d'approche dans le but de toucher la piste aux marques IFR.

Pendant la finale, les attentions des deux membres d'équipage sont focalisées sur la tenue du plan de descente, conformément à l'objectif d'une part fixé lors du briefing avant vol, et d'autre part rappelé régulièrement en vol par le moniteur.

Une gestion inadaptée des priorités en phase d'approche a conduit les deux membres d'équipage à omettre les actions vitales et les vérifications avant atterrissage.

2.2.2.3 Absence de contrôles mutuels

Pendant un an, le moniteur a suivi la progression de son élève au sein de l'unité et a ainsi aidé le pilote dans l'acquisition de ses compétences. Lors du stage de reconduction des qualifications, le moniteur passe du statut d'instructeur à celui d'examinateur et va évaluer son élève lors des tests professionnels. Il profite également de ce stage pour évaluer le pilote sur son aptitude à passer commandant de bord.

Après son annonce de panne de volets, le moniteur surveille la réalisation de l'exercice en cours, et lui donne des conseils relatifs à la tenue du plan de descente lors de l'atterrissage sans volets. Dès lors, il ne se préoccupe pas de la partie gestion des systèmes (notamment du train d'atterrissage) à charge du PF et qui ne fait pas partie de la séance du jour puisqu'il la considère acquise depuis longtemps. Finalement, personne ne surveille la configuration de l'appareil et le TBM 700 se présente en courte finale train non sorti.

Il en ressort que :

- **dans son rôle de moniteur, le pilote non en fonction (PNF) ne gère que la partie instruction sur la gestion de l'approche sans volets (exercice en cours) et n'enseigne pas au pilote les automatismes de sortie de la check-list secours en cas de panne ;**
- **dans son rôle d'examinateur, le PNF ne s'assure pas de la bonne gestion des priorités en vol et de la stricte application des procédures de vol (application des check-lists en particulier).**

2.2.2.4 Mobilisation des ressources attentionnelles

La séance « procédures d'urgences » consiste en une série de tours de pistes. Chaque tour de piste dure en moyenne entre 6 et 8 minutes. Douze exercices de pannes étaient prévus au programme du vol et six ont été réalisés avant de débuter la panne volets.

Stipulé dans la check-list secours (voir *Annexe 2 p 44*), l'atterrissage sans volets nécessite de « procéder comme pour un atterrissage normal en maintenant une vitesse d'approche de 100 kt » et de « prévoir une distance d'atterrissage augmentée de 60 % environ ». Ainsi, le pilote se consacre exclusivement, à ce moment-là, au « mécanisme de pilotage » : il se focalise sur la trajectoire et la vitesse de l'avion. Or, le pilote qui vole sur TBM 700 depuis un an en unité, n'effectue cet exercice de panne que pour la deuxième fois en équipage[26]. Ses ressources attentionnelles sont alors plus fortement mobilisées, comparativement à une mission « classique ». L'approche sans volets n'est pas une approche standard : il devient nécessaire pour le PF d'être particulièrement vigilant. La rapidité du vol et la précision attendue le mobilisent fortement.

[26] Durant sa formation initiale, le pilote a effectué cette séance en mono pilote. Six mois plus tard, il l'a de nouveau effectué mais en équipage.

Par ailleurs, le pilote ressent ce test comme un examen de passage vers sa qualification de CDB, prévu sous peu de temps. Il se donne alors pour objectif de réussir brillamment cette période de test et ainsi, se créer de manière inconsciente, une certaine pression psychologique au cours de ce vol. Pendant la phase de traitement de la panne volets en fin de vent arrière, il va ainsi se focaliser sur la parfaite réussite de son exercice : il passe en étape de base (pilotage de l'avion) et se présente en longue finale en occultant les actions vitales avant atterrissage.

Une mobilisation des ressources attentionnelles du PF induite par une focalisation sur le plan d'approche et une pression psychologique au cours de ce vol a pu contribuer à l'évènement.

Par ailleurs, le moniteur se prépare à la gestion de la suite du vol et particulièrement à la phase de remise de gaz dans une configuration d'atterrissage sans volets. L'avion devra en effet être reconfiguré pour le décollage vers un autre exercice qui n'est pas encore connu, tout en ayant une vitesse de roulage plus élevée qu'à l'habitude.

Le PNF est également en charge des communications radio. Au moment de l'évènement, les fréquences sol et tour sont groupées. Ainsi, aux trafics en vol dans le circuit de piste s'ajoutent sur la fréquence les appareils demandant la mise en route IFR, les appareils en VFR[27] détaillant un plan de vol réduit pour demander le roulage et les véhicules de piste ou de servitude ayant besoin de se déplacer sur la plateforme. Au total, neuf appareils ou véhicules interviennent une ou plusieurs fois sur la fréquence sol-tour en moins de dix minutes. Il en résulte un environnement radio chargé. Chaque équipage écoute toutes les communications radios, soit pour capter un message qui lui est destiné, soit pour connaître la position ou les intentions des autres appareils dans le circuit de piste.

L'hypothèse d'une dispersion de l'attention du moniteur en phase d'approche est POSSIBLE.

[27] VFR : *visual flight rules* - règles de vol à vue.

2.2.2.5 Expérience passée du PF sur PUMA

Comme indiqué dans le paragraphe ci-dessus, le pilote effectue cet exercice pour la deuxième fois en équipage. Il est couramment observé que, lors de situations de tension ou de mobilisation de ressources plus élevées qu'à l'habitude, des séquences d'actions antérieures font résurgence. Le pilote ne maîtrise pas l'approche sans volets et son état de tension (issu potentiellement de la fatigue du vol et de l'exigence de la situation) peut avoir levé l'inhibition de routines anciennes. Par conséquent, en se concentrant sur le pilotage de l'appareil, l'exécution des tâches routinières (comme la sortie du train) peut être parasitée avec des habitudes issues de la machine précédente. Le PF est un ancien pilote PUMA et sur ce type d'appareil, le mécanicien navigant sort le train d'atterrissage à la demande du commandant de bord et le pilote en fonction contrôle l'allumage des « trois vertes » en courte finale. Son regard en cabine, juste au moment de l'arrondi, est caractéristique du pilotage du Puma. De même, la stabilisation de la trajectoire, suivi d'une légère remise de gaz, est la réponse comportementale attendue d'un PF qui constate une discordance : il stoppe la descente et met son hélicoptère sur une trajectoire d'attente au-dessus de la piste en vol horizontal dans l'effet de sol.

L'hypothèse selon laquelle une séquence d'actions issue de l'expérience du PF sur Puma se soit substituée à une séquence d'actions standard sur TBM 700 est POSSIBLE.

Cette réaction inadaptée a pu surprendre le pilote lui-même et contribuer ainsi à retarder une expression claire de la situation.

2.2.3 Facteurs affectant le travail en équipage

2.2.3.1 Constitution de l'équipage

Le moniteur CDB est un sous-officier qui possède 3891 heures de vol totales, dont 2277 heures de vol sur TBM 700. Son expérience aéronautique est élevée mais cependant, il ne comptabilise que 180 heures de vol en tant que moniteur en instruction (avec pilote non qualifié CDB).

Le PF est un officier qui possède 2621 heures de vol totales, dont 470 heures de vol sur TBM 700. Son expérience aéronautique est également importante mais son expérience en équipage sur TBM 700 reste néanmoins limitée à son année de présence à l'escadrille.

Futur commandant d'unité de l'escadrille, le PF a à cœur de démontrer un excellent niveau pendant ce test. Le moniteur, ayant conscience de sa future position hiérarchique par rapport à son élève veut également démontrer une grande rigueur et une parfaite réussite des exercices pour lui-même et pour son élève.

Depuis un an environ, le moniteur et le pilote travaillent et volent ensemble dans le cadre de la formation initiale de pilote sur TBM 700 en unité. Ainsi, leur expérience commune en vol d'instruction est particulièrement importante. Selon les témoignages recueillis au cours de l'enquête, l'ambiance dans le cockpit est décrite comme studieuse et appliquée.

Cette analyse montre qu'il s'agit d'un équipage particulier pouvant favoriser un excès de confiance mutuelle entre les membres de l'équipage.

2.2.3.2 Echec dans la récupération de l'erreur

Ce vol s'inscrit dans une période bloquée de deux jours portant sur la reconduction des qualifications aéronautiques et sur l'entraînement aux procédures d'urgences des pilotes de l'unité. Ce stage comprend des cours théoriques de rappel ainsi qu'un test, des vols d'entraînement et un vol test.

Cette pause dans l'enchaînement normal des missions de liaison doit permettre à chaque pilote de se concentrer sur son savoir-faire essentiel : la conduite de l'avion et les procédures d'urgences. C'est également pour la cellule instruction l'occasion de faire de l'instruction individualisée et de tester les pilotes de l'unité.

Psychologiquement, le vol d'instruction correspond à un vol de type école au cours duquel le pilote s'attache à restituer un mécanisme au détriment des actions classiques pratiquées en vol normal. Ainsi, le pilote souhaite satisfaire son moniteur en réalisant un exercice parfait ; il est focalisé sur cet objectif. Il écoute attentivement les remarques pendant l'approche. De son rôle de PF, le pilote glisse vers un comportement d'élève et ne se concentre que sur l'exercice en cours. Lorsqu'il détecte l'erreur de non sortie du train, sa prise de décision n'est pas affirmée : il refuse le sol en modifiant sa trajectoire mais il

n'effectue pas de véritable action de remise de gaz (juste une augmentation progressive de puissance) et n'annonce pas « remise de gaz ». Deux hypothèses permettent alors d'expliquer la réaction aux commandes du pilote en fonction :

- il s'aperçoit trop tardivement de son erreur. Son action aux commandes est un acte réflexe et toute tentative de remise de gaz lui apparaît inutile : il laisse faire le moniteur aux commandes ;
- ou, en statut d'élève, il ne remet pas en cause les actions du moniteur et laisse finalement la prise de décision au moniteur.

Le PF n'a pas pu récupérer l'erreur détectée par manque de temps ou parce qu'il adopte, inconsciemment, un comportement d'élève lors de ce vol.

2.2.3.3 Analyse de la synergie d'équipage

La production d'erreurs est très fortement influencée par la qualité du travail en équipage et de la communication.

Quand l'appareil se présente en courte finale 10, les deux pilotes sont dans le même projet d'action : atterrissage train sorti. Leur attention est focalisée sur la tenue du plan d'approche. Au moment de l'arrondi, le PF jette un coup d'œil réflexe issu de son expérience sur hélicoptère PUMA à la signalisation du train d'atterrissage[28]. Il ne réagit pas immédiatement puis réalise, après un second coup d'œil, qu'il se présente train non sorti. Il exécute alors une action réflexe pour stopper la descente et augmente progressivement la puissance en même temps qu'il annonce « train ». Simultanément, le moniteur réduit la manette de puissance en précisant au PF qu'une correction de trajectoire n'est pas nécessaire.

A cet instant précis, les deux membres d'équipage n'ont plus la même représentation de la situation et ne sont donc plus dans le même projet d'action : le PF tente de ne pas poser l'avion alors que le moniteur poursuit son exercice d'atterrissage sans volets avec tenue précise du plan de descente.

[28] Les pilotes PUMA sont particulièrement sensibilisés sur la signalisation du train, mal positionné dans le cockpit et cet acte réflexe leur est enseigné au cours de leur formation.

Le PF a tenté de communiquer en annonçant « train » mais son annonce n'a pas été perçue par le moniteur, ni par la vigie. Tout cela se produit pendant qu'un appareil demande l'autorisation de mettre en route et donne un plan de vol réduit, ce qui augmente le « bruit » dans l'interphone.

L'hypothèse selon laquelle une altération de la synergie de l'équipage a contribué à l'incident est RETENUE. Malgré la détection de l'erreur par le PF,

- **l'absence d'annonces standardisées n'a pas permis une compréhension mutuelle, ni l'élaboration d'un plan d'action commun ;**
- **des représentations divergentes de la situation n'ont pas permis l'élaboration d'un plan d'action conjoint pour gérer la conduite de l'avion après la détection de l'erreur ;**
- **des prises de décision inadéquates ont conduit l'équipage à se poser train non sorti.**

2.2.4 Absence de mécanismes de détection de l'erreur

Les procédures, les annonces, les contrôles, les check-lists et les briefings sont des outils qui permettent aux équipages d'empêcher, de détecter ou de récupérer leurs erreurs. Les mécanismes de détection de l'erreur n'ont pas fonctionné du fait que :

- au cours du briefing avant vol, il n'y a pas eu de rappel sur le déclenchement des actions vitales avant atterrissage. Lors de la panne volets, le moniteur avait parfaitement conscience que l'alarme TNS ne fonctionnerait pas mais cela n'a pas fait l'objet d'un rappel lors du briefing avant vol ;
- il est apparu que la check-list normale était peu adaptée aux séances d'entraînement en tours de pistes : de nombreux items sont inutiles (le séparateur est toujours sorti, la manette hélice est toujours sur max RpM, les altimètres restent au QNH[29] et le sélecteur d'altitude du PA[30] n'est pas utilisé). Ainsi, la check-list est souvent récitée au lieu d'être lue par le PNF. Lorsque les exercices s'enchaînent, l'équipage se focalise sur la réalisation des exercices en cours et il peut arriver que la check-list

[29] QNH : indique la pression ramenée au niveau de la mer.
[30] PA : pilote automatique.

soit inconsciemment occultée. Une dérive peut alors s'installer et conduire à l'omission de sortie de la check-list ;

- lors du traitement de la panne volets, le PF n'a pas demandé la check-list secours. Cette procédure aurait pu être alors demandée par le moniteur.

L'application des annonces et des check-lists est une barrière de défense contre les mécanismes d'oubli et de limitations en ressources attentionnelles et aurait probablement permis d'éviter l'incident.

- Le contrôle aérien n'a pas détecté la non sortie du train et n'a pas demandé la confirmation de la sortie du train avant atterrissage.
- La configuration de l'appareil en atterrissage sans volets ne pouvait pas déclencher l'alarme TNS malgré le train rentré.

3 CONCLUSION

3.1 Éléments établis utiles à la compréhension de l'évènement

- L'évènement se déroule lors d'une séance d'entraînement aux procédures d'urgences en vol local, dans le cadre d'un stage de reconduction de qualifications.
- Au sixième posé-décollé, au cours d'un exercice de panne volets, l'équipage du TBM 700 oublie de sortir le train d'atterrissage avant de toucher la piste et se pose train rentré.
- L'équipage est composé d'un pilote en fonction place gauche, d'un moniteur place droite et d'une vigie place arrière. La vigie n'a joué aucun rôle dans cet évènement.
- Le moniteur est pilote TBM 700 depuis 8 ans et moniteur sur TBM 700 depuis 4 ans. Il a formé le pilote en fonction depuis son arrivée à l'escadrille depuis un an. Le pilote en fonction est pilote sur TBM 700 depuis 1 an.
- Le TBM 700 appartient à l'escadrille avions de l'armée de terre, situé à Rennes sur une plateforme gérée par l'aviation civile.
- L'aéronef a été entretenu conformément à la réglementation en vigueur. Il n'y a eu aucun dysfonctionnement technique de sortie du train d'atterrissage et de l'avertisseur sonore de train non sorti.

3.2 Causes de l'évènement

Le 13 mai 2008, le TBM 700 de l'escadrille avions de l'armée de terre se pose train d'atterrissage non sorti sur la piste de Rennes Saint-Jacques. Cet incident grave résulte d'une erreur de routine de l'équipage qui a oublié les actions et contrôles vitaux avant atterrissage. Les causes de cet oubli se situent dans le domaine du facteur humain et sont présentées ci-dessous :

- une gestion des priorités inadaptée en phase d'approche ;
- un manque de contrôles mutuels ;
- une absence de mécanisme de détection de l'erreur de non sortie du train (pas de confirmation train sorti verrouillé par le contrôle aérien civil, pas de déclenchement de l'alarme TNS dans cette configuration d'exercice.

Enfin, une altération de la synergie de l'équipage en vol (absence d'annonces standardisées, manque de communication, prises de décisions inadéquates et plans d'actions divergents) n'a pas permis de récupérer l'erreur détectée.

D'autres facteurs environnementaux et humains ont pu également contribuer à l'évènement, tels :

- une mobilisation des ressources attentionnelles du PF plus élevée qu'à l'habitude ;
- une dispersion de l'attention du moniteur ;
- un possible excès de confiance mutuelle des deux membres d'équipages ;
- une séquence d'actions du pilote parasitée par son expérience antérieure sur Puma ;
- une configuration non optimale du terrain (seuil de la piste 10 de Rennes).

4 RECOMMANDATIONS DE SECURITE

4.1 Mesures de prévention ayant trait directement à l'évènement

- L'examen de la documentation révèle que le vol d'entraînement en tours de piste type n'est pas décrit dans le manuel d'exploitation du TBM 700 de l'armée de terre. En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande :

au COMALAT, en concertation avec l'EAAT, d'insérer un chapitre relatif au vol d'entraînement en tour de piste type dans le manex du TBM 700.

- Les vols d'entraînement comprenant des exercices de pannes ou d'instruction en tours de piste sont des vols particuliers où l'équipage est davantage soumis aux risques d'erreurs. Rennes Saint-Jacques étant une plateforme civile, le contrôle aérien ne demande pas la confirmation de la sortie du train avant atterrissage.

  En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande :

au COMALAT d'étudier la possibilité de mettre en place un surveillant des vols présent à la tour de contrôle pour chaque vol particulier sur la plateforme de Rennes.

Par ailleurs, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande :

aux équipages TBM 700 en séance d'instruction ou d'entraînement, d'informer le contrôle aérien sur la nature de l'exercice prévu, à chaque tour de piste.

- L'enquête a révélé qu'une altération de la synergie de l'équipage en vol a contribué à l'évènement. La dernière formation CRM du pilote en fonction a eu lieu avant 2005. En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande :

au COMALAT de s'assurer que l'ensemble des personnels navigants soit à jour de leur formation CRM.

- Le moniteur qui a formé le pilote dès son arrivée à l'unité et pendant une année environ, est devenu l'examinateur pour le stage de reconduction de qualification de ce même pilote. Cet équipage particulier a pu induire un risque d'excès de confiance mutuelle. En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande :

au COMALAT, en concertation avec l'EAAT, d'étudier la possibilité que les pilotes de l'escadrille soient évalués par des examinateurs n'appartenant pas à l'escadrille, ou à défaut, par un moniteur de l'escadrille n'ayant pas participé à l'instruction du pilote évalué.

Enfin, au cours du briefing avant vol, il n'y a pas eu de rappel sur le déclenchement des actions vitales avant atterrissage, ni sur les actions et annonces des membres d'équipage de manière générale. En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande :

au COMALAT de sensibiliser les équipages sur le rappel de la répartition des tâches en vol et sur les difficultés intrinsèques des vols d'instruction denses lors des briefings avant vol.

4.2 Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'évènement

Bien que la vigie ne soit pas intervenue dans le déroulement de cet évènement, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande :

au COMALAT de mener une réflexion globale sur le rôle de la vigie en vol.

ANNEXES

Annexe 1 : Extrait des check-lists normales _____page 43

Annexe 2 : Extrait de la check-list secours _____page 44

1 EXTRAIT DES CHECK-LISTS NORMALES

APPROCHE	
■■ ALTIMETRES	QNH XXXX, COMPARES
■□ RADIO COM NAV	AFFICHEES
■□ MARKERS	ON OU SANS OBJET
□■ PHARES LDG	ON
□■ CEINTURES PAX	ATTACHEES

DERNIER PALIER OU VENT ARRIERE	
■□ SEPARATEUR	ON
■□ MANETTE HELICE	MAX RPM
□■ VOLETS	UP OU T/O
■■ ALTIMETRES	CALES XXXX
■□ SELECT ALTITUDE	REGLE A XXXX

AVANT ATTERRISSAGE	
□■ TRAIN	DOWN, 3 VERTES
□■ PHARES	ON
□■ VOLETS	A LA DEMANDE
■□ PA + YD	DECONNECTE A XXX FT

PISTE DEGAGEE	
□■ PHARES LDG / STROBE	OFF
■□ DEGIVRAGE	OFF
□■ VOLETS	UP
□■ TRANSPONDEUR	ST-BY OU GRND
□■ RADAR	ST BY
□■ BLEED	OFF

2 EXTRAIT DE LA CHECK-LIST SECOURS

MCE127-02 39
2003-05

Dès que la piste est assurée :

4 - Manette de puissance	**IDLE**
5 - Manette hélice	**FEATHER**
6 - Sélecteur de ralenti	**CUT OFF**
7 - Sélecteur de réservoir	**OFF**
8 - Refuser le sol.	
9 - Dès l'impact, barre de CRASH	**ABAISSER**
10 - **EVACUER** dès l'arrêt.	

PANNE DE VOLETS

VOYANT FLAPS ALLUME

Indique une dissymétrie de braquage volets. Cela entraîne l'arrêt immédiat et définitif du moteur des volets et empêche toute nouvelle utilisation des volets.

1 - Disjoncteur «FLAPS» ..... **TIRER**
2 - ECOURTER le vol en respectant les vitesses :

- Vi ≤ 178 kt pour des braquages compris entre les positions UP et TO.

- Vi ≤ 122 kt pour un braquage supérieur à la position TO.

ATTERRISSAGE SANS VOLETS

Procéder comme pour un atterrissage normal en maintenant une vitesse d'approche Vi = 100 kt.

Prévoir une distance d'atterrissage augmentée de 60 % environ.

ATTERRISSAGE AVEC VOLETS EN POSITION INTERMEDIAIRE

Procéder comme pour un atterrissage sans volets pour les braquages compris entre UP et TO.

Pour les braquages compris entre TO et LDG maintenir une vitesse d'approche 122 kt ≥ Vi ≥ 90 kt.

SYSTEME DE DEGIVRAG

DIVERS